Р. Р. Госовський, Д. П. Кіндзера, В. М. Атаманюк

Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів, Україна

ВНУТРІШНЬОДИФУЗІЙНЕ МАСОПЕРЕНЕСЕННЯ ПІД ЧАС ФІЛЬТРАЦІЙНОГО СУШІННЯ ПОДРІБНЕНОЇ ПАРЕНХІМНОЇ ТКАНИНИ СТЕБЕЛ СОНЯШНИКА

Збільшення обсягів виробництва твердого біопалива з енергетичних рослин, відходів деревооброблення та сільськогосподарських культур є актуальним завданням для більшості європейських держав на час енергетичної кризи. Значний вміст целюлози, геміцелюлози та лігніну визначає високу теплотворну здатність твердого біопалива, виготовленого зі стебел соняшника. Енергозатрати на сушіння становлять значну частку загальних енергетичних затрат технологічного процесу виготовлення твердого біопалива. Тому для зменшення останніх, запропоновано процес зневоднення подрібнених стебел соняшника реалізовувати у сушарках фільтраційного типу. Проаналізовано теоретичні аспекти дифузійних процесів під час фільтраційного сушіння подрібнених стебел соняшника. Зважаючи на складність механізму фільтраційного сушіння, доказано необхідність визначення ефективного коефіцієнта дифузії, який сумарно враховує швидкість усіх видів дифузії вологи, що виникають під час реалізації процесу і дає змогу описати процес масоперенесення згідно зі законами Фіка. Математично описано процес дифузійного масоперенесення під час фільтраційного сушіння матеріалу з частинок паренхімної тканини стебел соняшника. Досліджено залежність ефективного коефіцієнта дифузії від температури та отримано залежність для розрахунку значення ефективного коефіцієнта дифузії в межах зміни температур теплового агента 293-373 К.

Ключові слова: тверде біопаливо; теплотворна здатність; процес дифузії; ефективний коефіцієнт дифузії; температурний ефект.

Вступ. Збільшення обсягів виробництва твердого біопалива з енергетичних рослин, відходів деревооброблення та сільськогосподарських культур є актуальним завданням для більшості європейських держав на час енергетичної кризи. Соняшник є основною високоврожайною олійною культурою в Україні, тому в післязбиральний період обсяг його біомаси досягає, в середньому, 300-600 ц/га. Близькість значень показників компонентного складу стебел соняшника та енергетичної верби щодо вмісту целюлози, геміцелюлози та лігніну, підтверджує можливість використання останніх як сировини для виробництва низькозольного, екологічно безпечного твердого біопалива з достатньо високою теплотворною здатністю. Використання такого палива в державному та приватному секторах сприятиме підвищенню енергоефективності економіки держави.

Зважаючи на високий вологовміст стебел соняшника, енергозатрати на сушіння становлять значну частку загальних енергетичних затрат технологічного процесу виготовлення твердого біопалива. Тому, для зменшення енергетичних затрат, запропоновано процес зневоднення подрібнених стебел соняшника реалізовувати у сушарках фільтраційного типу з одночасним дотриман-

ням науково обґрунтованих параметрів процесу.

Аналіз літературних джерел. Стебла соняшника після подрібнення можна розглядати як колоїдний капілярно-пористий матеріал (Lykov, 1967). Фільтраційне сушіння такого матеріалу характеризується складністю процесу масоперенесення, оскільки видалення вологи з шару відбувається внаслідок її переміщення зі середини частин до їх поверхні та винесення останньої з поверхні частин в навколишнє середовище. Отже, за своєю фізичною сутністю, процес фільтраційного сушіння є складним дифузійним процесом, в якому явища перенесення вологи визначаються закономірностями як зовнішньо-, так і внутрішньодифузійного перенесення. Загалом, дифузійні процеси під час сушіння такого матеріалу фільтраційним методом характеризуються певними особливостями та закономірностями перебігу, які визначаються, значною мірою, складністю структурної будови матеріалу, характером взаємодії води з його твердим скелетом, формою і розмірами пор, капілярів та самої частинки.

Швидкість зовнішньодифузійних процесів під час реалізації процесу фільтраційного сушіння значною мірою залежить від товщини дифузійного пограничного

Інформація про авторів:

Госовський Роман Романович, аспірант кафедри хімічної інженерії. Email: gosovskyi_roman@meta.ua

Кіндзера Діана Петрівна, канд. техн. наук, доцент кафедри хімічної інженерії. Email: kindzera74@ukr.net

Атаманюк Володимир Михайлович, д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри хімічної інженерії. Email: atamanyuk@ukr.net

Цитування за ДСТУ: Госовський Р. Р., Кіндзера Д. П., Атаманюк В. М. Внутрішньодифузійне масоперенесення під час фільтраційного сушіння подрібненої паренхімної тканини стебел соняшника. Науковий вісник НЛТУ України. 2017. Вип. 112(6). С. 112–116.

Citation APA: Hosovskyi, R. R., Kindzera, D. P., & Atamanyuk, V. M. (2017). The Intradiusion Mass Transfer During the Grinded Sunflower Stems Paranchymal Tissue's Filtration Drying. *Scientific Bulletin of UNFU*, 27(6), 112–116.

<https://doi.org/10.15421/40270622>

шару, який стає тоншим під час збільшення швидкості руху теплового агента через шар матеріалу. За більших швидкостей руху теплового агента, товщина пограничного шару зменшується і переходить у дифузійний підшар, вплив конвективної дифузії стає вагомим.

Внутрішньодифузійні процеси є складнішими та тривалішими, порівняно зі зовнішньодифузійними, оскільки у внутрішньому масоперенесенні бере участь близько п'ятнадцяти різних видів перенесення маси і теплоти (Atamanyuk & Gumnytskyi, 2013; Rudobashta, 2005). Отже, процес сушіння, окрім основного виду перенесення маси шляхом молекулярної дифузії, характеризується існуванням інших, менш вагомих, типів внутрішнього масоперенесення, таких як поверхнева дифузія, дифузія Кнудсена, капілярний потік, випаровування та конденсація, термодифузія та ін. Дифузія молекул води зі середини клітин через мікропори клітинної стінки є найповільнішою стадією процесу, що лімітує загальну швидкість дифузійних процесів під час реалізації процесу сушіння.

Зважаючи на складність механізму фільтраційного сушіння, представленого у роботі (Atamanyuk & Gumnytskyi, 2013), процеси внутрішньодифузійного та зовнішньодифузійного перенесення води існують паралельно один до одного впродовж тривалого часу, то важливим завданням є визначення ефективного коефіцієнта дифузії, який сумарно враховує швидкість усіх видів дифузії води, що виникають під час реалізації процесу фільтраційного сушіння, і дає змогу описати процес масоперенесення згідно із законами Фіка.

Незначна кількість наукових праць містить відомості щодо методів розрахунку ефективного коефіцієнта дифузії для процесів сушіння матеріалів рослинного походження. У роботах (Nunez Vega, Hugenschmidt & Hofacker, 2012; da Conceição Silva et al., 2012; Raquel, 2013) представлено аналітичні рішення рівняння Фіка для різних геометричних форм частин подрібненого рослинного матеріалу, а саме, для "тонкої пластинки" яблук, а також для кулястої форми під час реалізації процесів сушіння вишень та груш. У роботі (Hosovskyi, Kindzera & Atamanyuk, 2016) наведено результати розрахунку ефективного коефіцієнта дифузії для частинок призматичної форми з усередненими розмірами $1,37 \times 1,91 \times 7,14$ мм, утворених внаслідок подрібнення зовнішніх тканин стебла соняшника – епідерми, первинної кори (коленхіми та хлоренхіми), склеренхіми, паренхіми, первинної та вторинної флоєми та ксилеми, міжпучкового камбію.

Даних щодо дифузійного масоперенесення під час сушіння частин, утворених внаслідок подрібнення внутрішніх паренхімних тканин стебел соняшника, не знайдено. Тому важливим є проведення досліджень дифузійних процесів, які відбуваються під час реалізації сушіння подрібненої паренхімної тканини стебел соняшника і спрямовані на визначення ефективного коефіцієнта дифузії води зі середини частин матеріалу до їх поверхні. В подальшому це дало б змогу визначити значення коефіцієнта ефективної дифузії для загальної фракції подрібнених стебел соняшника, сформованої одночасно з частин, утворених внаслідок подрібнення зовнішніх та внутрішніх тканин (з урахуванням відсоткового вмісту цих фракцій у загальній).

Експериментальна частина

Об'єкт дослідження. На основі вивчення анатомічної будови стебла соняшника на зрізах його верхньої, середньої та нижньої частин встановлено, що вони мають складну багатошарову структуру, утворену з відмінних за будовою тканин. Серцевину стебел формує паренхімна тканина, утворена великими тонкостінними клітинами, основною функцією яких є накопичення поживних речовин (крохмалю, жирів, тощо). Від серцевини починаються ряди клітин основної тканини, які утворюють серцевинні промені по висоті стебла, які забезпечують переміщення поживних речовин у радіальному напрямку між шарами стебла. В паренхімі серцевини гострими виступами заходить ксилема, кількість якої є більшою у нижній частині стебла.

Внаслідок подрібнення внутрішніх тканин стебел соняшника, утворилися частинки кулястої форми, що мають губчасту структуру, оскільки утворені, в основному, паренхімною великоклітинною пухкою тканиною серцевини, яка формує основну масу стебел. Середній початковий вологовміст матеріалу, утворений такими частинками, становить $w^0 = 0,65 \text{ кг } H_2O / \text{кг сух.м.}$ і зумовлений внутрішньоклітинною, міжклітинною вологою, а також незначною кількістю поверхневої води.

Рис. 1. Фотографія паренхімної тканини подрібнених стебел соняшника

Методика дослідження дифузійних процесів. Дослідження проводили на експериментальній установці фільтраційного сушіння за методиками, наведеними у (Atamanyuk & Gumnytskyi, 2013; Hosovskyi, Kindzera & Atamanyuk, 2016). Для дослідження дифузійних процесів під час фільтраційного сушіння частинок кулястої форми, утворених внаслідок подрібнення внутрішніх частин стебел соняшника, формували шар висотою $H = 20 \cdot d_e$ (де d_e – визначальний розмір частинки кулястої форми). Контейнер з шаром матеріалу поміщали в сушильну установку і через нього профільтровували зі сталою витратою теплового агент, нагрітий до температури 293, 313, 333, 353, 373 К. Температура теплового агента контролювалася за допомогою терморегулятора РТ-0102 (з точністю $\pm 0,5\text{K}$). Зміну маси матеріалу фіксували ваговим методом за допомогою електронної ваги Axis AD3000 (з точністю $\pm 0,01 \text{ г}$). Дослідження проводили до встановлення сталої маси матеріалу.

Результати експериментальних досліджень та їх обговорення. За результатами експериментальних досліджень кінетичних особливостей фільтраційного сушіння подрібнених стебел соняшника за різних температур теплового агента побудовано графічні залежності

ті, представлені на рис. 2. Кінетичні криві характеризуються наявністю тривалого періоду часткового насичення теплового агента вологою, що свідчить про внутрішньодифузійні процеси у частинках матеріалу, які визначають тривалість фільтраційного сушіння подрібнених стебел соняшника.

Рис. 2. Кінетика сушіння подрібнених стебел соняшника за різних температур теплового агента ($H=0,06$ м; $\nu_0=1,71$ м/с)

З графічних залежностей видно, що збільшення температури теплового агента інтенсифікує процес сушіння. Кінцевий вологовміст, який досягається матеріалом за тривалості процесу 240 с, наведено у табл. 1.

Табл. 1. Вологовміст подрібнених стебел соняшника за тривалості сушіння 240 с

T, K	293	313	333	353	373
$w^c, \text{кг } H_2O / \text{кг сух. м.}$	0,22	0,12	0,06	0,026	0,019

Швидке зменшення вологовмісту матеріалу за підвищення температури теплового агента свідчить про інтенсифікацію внутрішньодифузійних процесів перенесення вологи. Тому дослідження цих процесів, спрямовані на визначення ефективних коефіцієнтів дифузії вологи зі середини частинок матеріалу до їх поверхні за різних температур теплового агента, є важливим для прогнозування енергетичних затрат на процес сушіння.

Визначення коефіцієнта дифузії для частинок кулястої форми. Метод визначення ефективних коефіцієнтів дифузії базується на математичному розв'язку диференційних рівнянь внутрішньої дифузії (другого закону Фіка) з відповідними початковими та граничними умовами.

У зв'язку з тим, що частинки мають складну структуру, для опису процесу дифузії вологи у частинках, у першому наближенні, приймаємо такі припущення: всі частинки подрібнених стебел соняшника мають кулясту форму та є однаковими (співрозмірними) за розмірами; всі пори частинок є кінетично рівноцінними, тобто волога рівномірно розподіляється за об'ємом частинок; поверхні усіх частинок у шарі рівномірно омиваються тепловим агентом.

Для частинок кулястої форми диференціальне рівняння дифузії має вигляд

$$\frac{\partial c}{\partial \tau} = D_w^* \cdot \left(\frac{\partial^2 c}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \cdot \frac{\partial c}{\partial r} \right), \quad (1)$$

або враховуючи, що $c = \omega^c \cdot \rho_{c.m.}$, залежність набуде вигляду

$$\frac{\partial \omega^c}{\partial \tau} = D_w^* \cdot \left(\frac{\partial^2 \omega^c}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \cdot \frac{\partial \omega^c}{\partial r} \right), \quad (2)$$

де: ω^c – середній вологовміст частинок кулястої форми, кг H_2O /кг сух.м.; D_w^* – ефективний коефіцієнт дифузії, м²/с.

Враховуючи те, що внутрішня пористість частинок кулястої форми є значною, а тепловий агент їх вільно обдуває, можемо припустити у першому наближенні, що числа Bi_0 (дифузійні числа Bi_0) є великими, а саму задачу звести до граничних умов першого роду.

У початковий момент часу $\tau_0 = 0$, середній вологовміст частинок ω^c є однаковим по цілому їх об'ємі, отже, по всьому рухомому радіусу частинок r і дорівнює початковому вологовмісту частинок ω_0^c , тому початкові умови можна представити у вигляді $\omega^c(r, \tau = 0) = \omega_0^c$. Якщо рухомий радіус частинки r є рівним радіусу частинки R , тобто $r = R$, то в будь-який момент часу τ середній вологовміст частинок ω^c є рівним вологовмісту теплового агента ω_{ma} . і граничні умови можна представити у вигляді $\omega^c(r = R, \tau) = \omega_{ma}^c$. Оскільки зміна вологовмісту кожної частинки в напрямку від середини до поверхні відбувається рівномірно у всіх напрямках, то задачу можна вважати симетричною і умову симетрії представити у вигляді $\left(\frac{\partial \omega^c}{\partial r} \right)_{r=0} = 0$.

Отже, рівняння (2) доповнюємо початковими та граничними умовами

$$\begin{cases} \omega^c(r, \tau = 0) = \omega_0^c, \quad \omega^c(r = R, \tau) = \omega_{ma}^c, \\ \left(\frac{\partial \omega^c}{\partial r} \right)_{r=0} = 0 \end{cases}, \quad (3)$$

де: r, R – рухомий радіус і радіус частинки, м; ω^c, ω_0^c – рухомі та початкові вологовмісти частинок кулястої форми, кг H_2O /кг сух. мат.; ω_{ma} – вологовміст теплового агента, кг H_2O /кг сух. пов.

З урахуванням наведених вище припущень, розв'язок системи (2) з початковими та граничними умовами першого роду (3) з обмеженнями $\tau > 0, w_k^c \leq w^c \leq w_0^c$ представлено у вигляді

$$\frac{\omega^c - \omega_p^c}{\omega_0^c - \omega_p^c} = \sum_{n=1}^{\infty} B_n \cdot e^{-\mu_n^2 \cdot Fo} = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{6}{\pi^2 \cdot n^2} \cdot e^{-\frac{\pi^2 \cdot n^2 \cdot D_w^* \cdot \tau}{R^2}}, \quad (4)$$

де: μ_n – корені характеристичного рівняння; τ – час сушіння, с; $B_n = 6/\mu_n^2$.

За великих чисел Фур'є $F_0 = D_w^* \cdot \tau / R^2$ (великі значення τ) членами суми $n > 1$ можна знехтувати, а прологарифмувавши рівняння (4), отримаємо залежність

$$-\ln \left(\frac{\omega^c - \omega_p^c}{\omega_0^c - \omega_p^c} \right) = \ln \frac{6}{\pi^2} - \pi^2 \cdot \frac{D_w^* \cdot \tau}{R^2}. \quad (5)$$

Для визначення ефективних коефіцієнтів дифузії за різних температур теплового агента побудовано графічні залежності $\ln[(\omega^c - \omega_p)/(\omega_0^c - \omega_p)]$ від часу сушіння τ, c (рис. 3).

Рис. 3. Залежність $\ln[(\omega^c - \omega_p)/(\omega_n^c - \omega_p)]$ від тривалості сушіння τ, c

Представивши експериментальні дані у вигляді графічної залежності $\ln[(\omega^c - \omega_p)/(\omega_n^c - \omega_p)]$ від часу сушіння τ, c (див. рис. 3), можна визначити ефективний коефіцієнт дифузії вологи із частинок кулястої форми подрібнених стебел соняшника у тепловий агент.

Як бачимо з рис. 3, графічні залежності $\ln[(\omega^c - \omega_p)/(\omega_n^c - \omega_p)] = f(\tau)$ мають лінійний характер і за тангенсом кута нахилу прямих до осі абсцис можна визначити ефективні коефіцієнти внутрішньої дифузії D_w^* за різних температур теплового агента, тобто

$$D_w^* = \frac{tg\alpha \cdot R^2}{\mu^2}. \quad (6)$$

Значення ефективних коефіцієнтів дифузії вологи з частинок подрібнених стебел соняшника округлої форми за різних температур теплового агента представлено у табл. 2.

Табл. 2. Значення ефективних коефіцієнтів дифузії за різних температур теплового агента

T, K	293	316	333	353	373
$D_w \cdot 10^{10}, m^2/c$	0,396	3,211	5,641	8,872	11,103

Збільшення температури теплового агента приводить до підвищення температури всередині частинок та тиску насиченої пари над поверхнею рідини всередині капілярів, внаслідок чого відбувається інтенсифікація дифузійних процесів. За результатами табл. 2, побудовано графічну залежність $D_w^* = f(T)$ (рис. 4).

Ця залежність дає змогу визначати значення коефіцієнтів ефективної дифузії для частинок подрібнених стебел соняшника кулястої форми за інших температур теплового агента в межах її зміни від 293 до 373 K.

Очевидно, що температурний фактор має значний вплив на значення ефективних коефіцієнтів дифузії, що видно з графічної залежності $D_w^* = f(T)$ (див. рис. 3). Тоді розрахункову залежність для визначення ефективного коефіцієнта дифузії D_w^* за різних температур теплового агента можна апроксимувати залежністю

$$D_w^* = D_w^{293} + 1.35 \cdot 10^{-11}(T - 293). \quad (7)$$

Отримана залежність (7) добре узгоджується із експериментально визначеними значеннями ефективних коефіцієнтів дифузії за температур 293-373 K, а максимальна похибка не перевищує 8,4 %.

Рис. 4. Залежність ефективного коефіцієнта дифузії від температури теплового агента для частинок подрібнених стебел соняшника кулястої форми

Висновок

1. Визначено ефективні коефіцієнти дифузії вологи з подрібнених паренхімних тканин стебел соняшника (частинок кулястої форми) за різних температур теплового агента під час фільтраційного сушіння (див. табл. 2).
2. Отримана розрахункова залежність (7) дає змогу визначити значення ефективного коефіцієнта дифузії в межах зміни температур теплового агента 293-373 K.
3. Максимальна відносна похибка між експериментально визначеними і теоретично розрахованими згідно із залежністю (7) значеннями ефективних коефіцієнтів дифузії вологи не перевищує 8,4 %, що є цілком прийнятним для практичних розрахунків.

Перелік використаних джерел

- Atamanyuk, V., & Gumnytskyi, Ya. (2013). *Naukovi Osnovy Filtratsijnogo Sushinniya Dispersnykh Materialiv*. Lviv: Vyd-vo Lviv. Polytech.
- da Conceição Silva, M. A., da Silva, Z. E., Mariani, V. C., & Darche, S. (2012). Mass transfer during the osmotic dehydration of West Indian cherry. *LWT – Food Science and Technology*, 45, 246–252. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.07.032>
- Hosovskyi, R., Kindzera, D., & Atamanyuk, V. (2016). Diffusive mass transfer during drying of grinded sunflower stalks. *Chemistry & Chemical technology*, 10(4), 459–463.
- Lykov, A. (1967). *Teoriya Teploprovodnosti*. Moscow: Vysshaya Shkola.
- Nunez Vega, A.-M., Hugenschmidt, S., & Hofacker, W.C. (2012). Numerical Simulation of the Convective Drying of Apple Slices, Chapter 29 in DAAAM International Scientific Book 2012, (pp. 339–356), B. Katalinic (Ed.), Published by DAAAM International, Vienna, Austria. <https://doi.org/10.2507/daaam.scibook.2012.29>
- Raquel, P.F. (2013). Guiné and Maria João Barroca. Estimation of the diffusivities and mass transfer coefficients for the drying of D. Joaquina pears. *Proceedings of the World Congress on Engineering* 2013 Vol II, WCE 2013, July 3-5, 2013, London, U.K.
- Rudobashta, S. (2005). II Mezhd. Nauchno-Pract. Conf. *Sovremennyye energosberegayushie teplovyte tehnologii*, 1, 7–9. Russia, Moskva 2005.

ВНУТРИДИФфуЗИОННЫЙ МАССОПЕРЕНОС В ПРОЦЕССЕ ФИЛЬТРАЦИОННОЙ СУШКИ ИЗМЕЛЬЧЕННОЙ ПАРЕНХИМНОЙ ТКАНИ СТЕБЛЕЙ ПОДСОЛНУХА

Увеличение объемов производства твердого биотоплива из энергетических растений, отходов деревообработки и сельскохозяйственных культур является актуальной задачей для большинства европейских государств во время энергетического кризиса. Значительное содержание целлюлозы, гемицеллюлозы и лигнина определяет высокую теплотворную способность твердого биотоплива, изготовленного из стеблей подсолнуха. Энергозатраты на сушку составляют значительную часть общих энергетических затрат технологического процесса изготовления твердого биотоплива. Поэтому, для уменьшения последних, предложено процесс обезвоживания измельченных стеблей подсолнуха реализовывать в сушилках фильтрационного типа. Проанализированы теоретические аспекты процессов диффузии во время фильтрационной сушки измельченных стеблей подсолнуха. Учитывая сложность механизма фильтрационной сушки, доказана необходимость определения эффективного коэффициента диффузии, который суммарно учитывает скорость всех видов диффузии влаги, имеющие место в процессе и дает возможность описания процесса массопереноса согласно законам Фика. Математически описывается диффузионный массоперенос в процессе фильтрационной сушки материала из частиц паренхимной ткани, которая составляет основную массу стеблей. Исследована зависимость эффективного коэффициента диффузии в зависимости от температуры и получена зависимость для расчета значения эффективного коэффициента диффузии в пределах изменения температур теплового агента 293-373 К.

Ключевые слова: твердое биотопливо; теплотворная способность; процесс диффузии; эффективный коэффициент диффузии; температурный эффект.

R. R. Hosovskyi, D. P. Kindzera, V. M. Atamanyuk

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

THE INTRADIFFUSION MASS TRANSFER DURING THE GRINDED SUNFLOWER STEMS PARANCHYMAL TISSUE'S FILTRATION DRYING

The production increase of solid biofuels from energy plants, wood and agricultural crop wastes is an actual task for most European countries during the energy crisis. The high concentration of cellulose, hemicelluloses and lignin defines high calorific power of solid biofuel made from sunflower stalks. The share of costs for drying is significant in the manufacturing cost of the solid fuel because modern dryers used now to produce solid biofuels are energy intensive, large and require the installation of treatment equipment. Therefore, to implement the process of drying we propose the filtration method that can reduce power inputs of solid biofuel production. Filtration drying of grinded sunflower stalks is a complex process involving mass and heat transfer. During filtration drying the moisture transfer is defined by regularities of both external and pore diffusion. Since about fifteen types of mass and heat transfer participate in pore diffusion process, the latter one is more complicated and prolonged in comparison with external diffusion process. The theoretical aspects of diffusion processes during the filtration drying of grinded sunflower stems have been presented. Due to the complexity of the filtration drying mechanism, the necessity of the effective diffusion coefficient determination has been proved, which totally takes into account all kinds of moisture diffusion speeds and gives an opportunity to describe the process of mass transfer according to the Fick's laws. The diffusion mass transfer process during the filtration drying of the material formed by parenchymal tissue particles from sunflower stems have been mathematically described. The increase of heat agent temperature increases the temperature inside the particles and saturation vapor pressure over the liquid surface and thus intensifies the diffusion processes. The temperature effect on the effective diffusion coefficient has been examined and the equation which allows to calculate theoretically the effective diffusion coefficient for the grinded sunflower stems within the temperature range of 293-373 K has been found.

Keywords: solid biofuel; calorific power; diffusion process; effective diffusion coefficient; temperature effect.